

Travaux pratiques du module Fonctions de l'Electroniques

TP N° 01: Filtrés actifs (Partie I)

I. Objectifs du TP

- Comprendre le principe de fonctionnement des filtres actifs passe bas de premier ordre.
- Dimensionner les composants passifs constituant le filtre selon un gain et une fréquence de coupure désirés.
- Dimensionner selon un gain et une fréquence de coupure désirés les composants passifs constituant le filtre.
- Visualiser et interpréter le graphe de Bode du gain et de phase ainsi que la forme du signal filtré.

II. Partie théorique

Le circuit électrique du filtre passe bas du premier ordre est schématisé dans la figure (1).

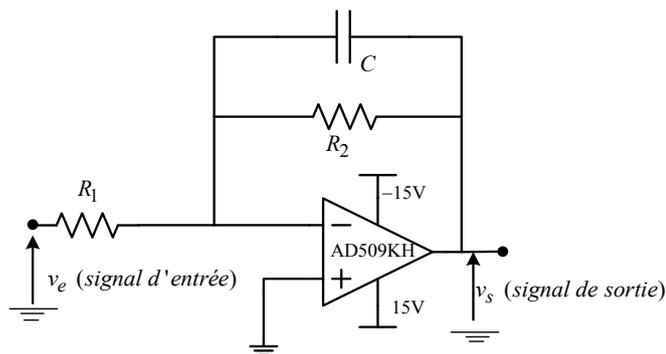


Figure (1): Circuit électrique d'un filtre actif passe bas de premier ordre¹.

II. 1. Fonction transfert du filtre passe bas du premier ordre

La fonction transfert H_s du filtre actif passe bas de premier ordre représenté dans la figure (1) est calculée comme suit :

$$H_s = \frac{v_s(t)}{v_e(t)} = -R_2 / R_1 \frac{1}{(1 + j\omega R_2 C)} = K \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}} \quad (1)$$

Forme canonique du filtre passe-bas 1^{er} ordre

Où $K = -R_2 / R_1$ représente le gain du filtre, $\omega_c = 1 / R_2 C$ représente la pulsation de coupure² du filtre et $\omega = 2\pi f$.

A partir de l'équation (1) ; le module $|H_s|$ et l'argument de la fonction transfert θ sont calculés comme suit:

¹ Cette structure de filtre est inversible, il y a aussi une structure non inversible.

² La fréquence de coupure $f_c = \omega_c / (2\pi)$

$$|H_s| = |K| \left| 1 + j \frac{\omega}{\omega_c} \right| \quad (2)$$

$$\theta = \arg(K) - \arg\left(1 + j \frac{\omega}{\omega_c}\right) = \pi - \arctan(\omega / \omega_c)$$

II. 2. Diagramme de Bode du filtre passe bas du premier ordre

A partir de l'équation (2) :

Lorsque $\omega \rightarrow 0$, $|H_s| \rightarrow |K| \xRightarrow{dB} 20 \log |H_s| \rightarrow 20 \log |K|$ et $\theta \rightarrow \pi$

Lorsque $\omega \rightarrow \omega_c$, $|H_s| = \frac{|K|}{\sqrt{2}} \xRightarrow{dB} 20 \log |H_s| \rightarrow 20 \log |K| - 3dB$ et $\theta \rightarrow 3\pi / 4$

Lorsque $\omega \rightarrow \infty$, $|H_s| \rightarrow \left| \frac{K\omega_c}{\omega} \right| \xRightarrow{dB} 20 \log |H_s| \rightarrow 20 \log |K| + 20 \log \omega_c - 20 \log \omega$ et $\theta \rightarrow \pi / 2$

Les diagrammes de Bode du gain et de l'argument (phase) sont représentés respectivement dans les figures (2)(a) et (2)(b).

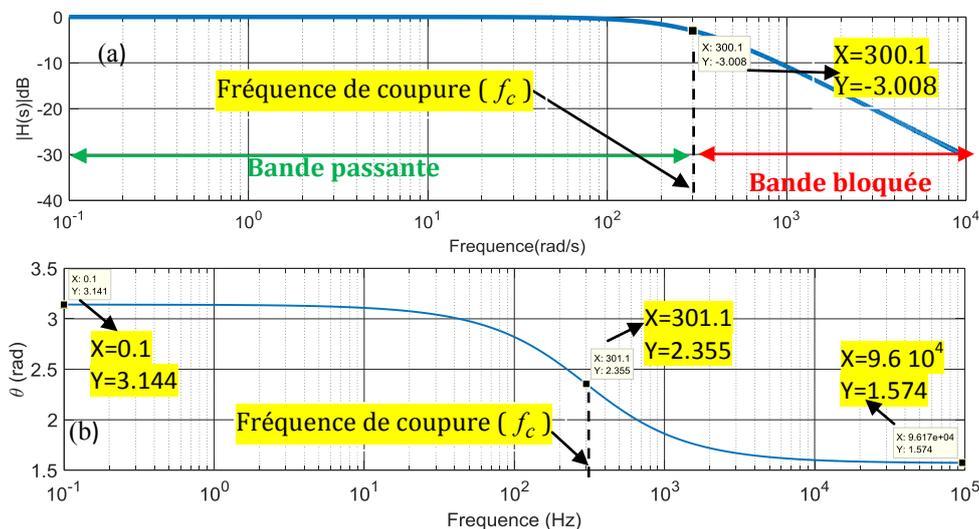


Figure (2) : Diagramme de Bode d'un filtre passe bas de premier ordre, (a) diagramme du gain, (b)

Diagramme de phase $R_2 = R_1 = 53\Omega$, $C = 10\mu F$ (i.e: $K = 1$, $\omega_c = 1886$).

III. Partie de simulation

En utilisant le logiciel Multisim, réaliser le circuit du filtre passe-bas représenté dans la figure (3) ($R_2 = R_1 = 53\Omega$; $C = 10\mu F$, $v_e(t) = 10 \sin(20\pi t)$).

- Pour insérer l'amplificateur opérationnel cliquer sur **place>component** ensuite saisir le nom de l'AOP (AD509KH).
- Pour afficher la barre des composants passifs (condensateur, résistance,...) cliquer sur **View>Toolbars** ensuite cocher **Basic**.
- Pour afficher la barre des sources (tension, courant,...) cliquer sur **View>Toolbars** ensuite cocher **Power source components**.

- Pour insérer les instruments de visualisation (*Oscilloscope*, *Bode Plotter*, *Générateur de fonction*,.....) cliquer sur la barre verticale se trouve à droite de l'espace du travail.

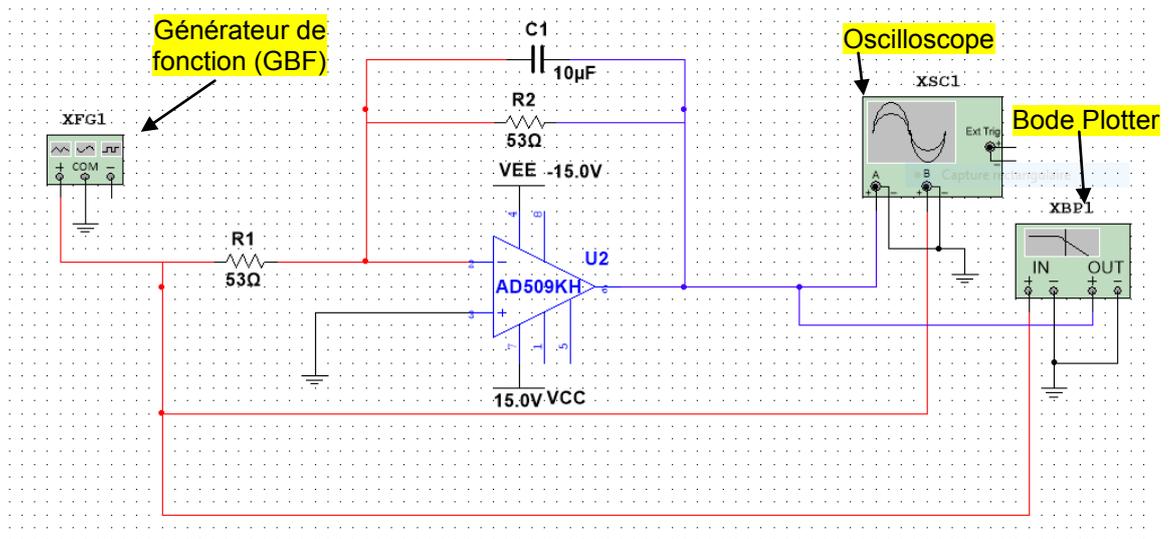


Figure (3): Circuit électrique d'un filtre passe bas 1^{ier} ordre réalisé par le logiciel Multisim.

Tâches demandées :

1. Calculer analytiquement la fréquence de coupure $f_c = \omega_c / 2\pi$ et le gain en décibel (dB) correspond à f_c .
2. Simuler le circuit de la figure (3) et à l'aide de l'instrument Bode Plotter :
 - 2.1. Visualiser le diagramme de gain ($20 \log |H_s|$) et le diagramme de phase (θ);
 - 2.2. En utilisant la barre rouge verticale de l'instrument, mesurer la fréquence de coupure f_c et le gain correspond. Vérifiez si les valeurs obtenues sont conformes avec celles obtenues analytiquement (question 1) ?
3. A l'aide de l'oscilloscope, visualiser le signal de sortie $v_s(t)$ pour des signaux d'entrée $v_e(t)$ sinusoïdaux d'amplitude 10V et de fréquences 1Hz, 10Hz, 1kHz et 10kHz. Observez-vous un changement de l'amplitude du signal de sortie ? si oui ou non donner une interprétation.
4. Pour un condensateur de capacité $C = 50\mu F$, déterminer les valeurs des résistances R_1 et R_2 pour avoir une fréquence de coupure $f_c = 500Hz$. Présenter ensuite dans votre compte-rendu :
 - 4.1. Le diagramme de gain et le diagramme de la phase ;
 - 4.2. Le signal de sortie $v_s(t)$ pour $v_e(t) = 10\sin(100\pi t)$;
 - 4.3. Le signal de sortie $v_s(t)$ pour $v_e(t) = 10\sin(2 \cdot 10^4 \pi t)$.
5. Dans votre conclusion, expliquer dans quelques lignes le principe de fonctionnement du filtre passe bas du 1^{ier} ordre et la méthode de dimensionnement du filtre étudiée.